

Rec'd PCT/PTO 03 DEC 2004



REC'D 14 JUL 2003  
WIPO PCT

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 25 418.4  
**Anmeldetag:** 07. Juni 2002  
**Anmelder/Inhaber:** 3DConnexion GmbH,  
Seefeld, Oberbay/DE  
**Bezeichnung:** Messvorrichtung zum Messen von Positionen  
oder Bewegungen  
**IPC:** G 01 B, G 01 L

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 26. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hoib

## MESSVORRICHTUNG ZUM MESSEN VON POSITIONEN ODER BEWEGUNGEN

## Beschreibung

## 5 Hintergrund der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Kraft- und/oder Momentensor, der sich einer solchen Messvorrichtung bedient. Schließlich betrifft die Erfindung einen Steuerknüppel, der die Messvorrichtung aufweist.

## 15 Stand der Technik

Aus DE 36 11 336 C2 ist einen Kraft- und Drehmomentfühler bekannt, der alle sechs möglichen Kraft- und Drehmoment-Komponenten im kartesischen Koordinatensystem mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen misst. Die Vorrichtung besteht aus zwei 20 übereinander angeordneten Speichenrädern mit jeweils vier Speichen und insgesamt 20 Dehnungsmessstreifen, die miteinander verdrahtet sind.

DE 36 11 337 A1 offenbart eine optoelektronische Anordnung, die ebenfalls sechs Komponenten erfassen kann. Zu diesem Zweck sind sechs lichtemittierende Einrichtungen in gleichen Winkelabständen zueinander in einer gemeinsamen Ebene im Inneren einer Kunststoffkugel angeordnet. Jeder lichtemittierenden Einrichtung ist eine fest angeordnete Schlitzblende vorgeschaltet. Die 30 Relativbewegungen oder Relativpositionen werden durch lichtempfindliche Detektoren aufgenommen, die relativ zu den Anordnungen aus lichtemittierenden Einrichtungen und Schlitzblenden beweglich angeordnet sind. Die Detektorachse eines jeden Detektors verläuft senkrecht zur Schlitzrichtung der zugeordneten 35 Schlitzblende.

Weitere Dokumente ohne Anspruch auf Vollständigkeit, die den technischen Hintergrund für die Erfindung zeigen, sind:

DE 27 27 704 C3, DE 36 11 336 C2, DE 32 40 241 A1,  
US 3,921,445, US 3,628,394.

## 5 Der Erfindung zugrundeliegendes Problem

Die bekannten Messvorrichtungen haben nur einen begrenzten Messbereich. Dieser ist im Wesentlichen durch Art, Länge und Anordnung der Speichen und Dehnungsmessstreifen bzw. durch die 10 Art und relative Anordnung der lichtemittierenden Einrichtungen, Schlitzblenden und lichtempfindlichen Detektoren bestimmt.

Bei unterschiedlichen Verwendungen der Messvorrichtung muss in unterschiedlichen Kraft- oder Wegmessbereichen gemessen werden. 15 Es werden demnach für die Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten eine Vielzahl von Kleinserien mit entsprechenden Komponenten und Anordnungen der Komponenten hergestellt.

20 Ausgehend vom Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander zu schaffen, die einfach an unterschiedliche Messbereiche angepasst werden kann. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, einen Kraft- und/oder Momentensor zu schaffen, dessen Kraft-Weg-Kennlinie an die Erfordernisse unterschiedliche Anwendungen angepasst werden kann. Schließlich liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, einen Steuerknüppel für die Eingabe von bis zu sechs Kraft- bzw. Drehmomentkomponenten zu schaffen.

30

## Erfindungsgemäße Lösung

Zum Erfüllen dieser Aufgabe lehrt die Erfindung eine Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier 35 Gegenstände relativ zueinander, die durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert ist. Sie lehrt weiter einen Kraft- und/oder Momentensor, der durch die Merkmale des Anspruchs

16 definiert ist. Schließlich lehrt die Erfindung einen Steuerknüppel, der durch die Merkmale des Anspruchs 17 definiert ist.

Die Übersetzungsfedereinrichtung der erfindungsgemäßen Messvorrichtung kann einen Federweg oder eine Federdrehung in eine Kraft bzw. ein Moment umsetzen. Mit dem Kraft- und/oder Momentenfühler wird diese Kraft gemessen. Durch entsprechende Wahl der Übersetzungsfedereinrichtung kann der Messbereich der Messvorrichtung an die Erfordernisse der Anwendung angepasst werden.

#### Aufbau und Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung

Eine bevorzugte Ausführung der erfindungsgemäßen Messvorrichtung umfasst eine Messfedereinrichtung und eine Übersetzungsfedereinrichtung, die in Reihe angeordnet sind. Die in Reihe geschalteten Federeinrichtungen verbinden eine erste Baugruppe mit einer dritten Baugruppe. Die erste Baugruppe ist mit dem einen, die dritte Baugruppe mit dem anderen der beiden Gegenstände verbunden, deren Relativbewegungen oder Relativpositionen gemessen werden sollen. In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung können die erste und/oder die dritte Baugruppe auch die Gegenstände selbst sein. Eine zweite Baugruppe ist zwischen den beiden in Serie geschaltete Federeinrichtungen angeordnet. Mindestens eine optoelektronische Messzelle misst die Weglänge der Relativbewegung s1 der zweiten Baugruppe relativ zur ersten Baugruppe, die sich aus der Weglänge der Relativbewegung s2 der dritten Baugruppe relativ zur ersten Baugruppe näherungsweise wie folgt ergibt:

$$s1 = s2 \cdot K2 / (K1 + K2).$$

Hierbei ist K1 die Federkonstante der Übersetzungsfedereinrichtung zwischen der ersten und der zweiten Baugruppe, und K2 ist die Federkonstante der Übersetzungsfedereinrichtung zwischen der zweiten und der dritten Baugruppe.

Wenn also die Messzelle auch Relativbewegungen mit Weglängen s1 nur in einem begrenzten Wertebereich messen kann, so lässt sich der Bereich, in dem Weglängen s2 der Relativbewegungen zwischen der ersten Baugruppe und der dritten Baugruppe gemessen werden können, durch geeignete Wahl von K2 doch nahezu beliebig größer einstellen. Wenn die Messzelle zum Beispiel Relativbewegungen entlang einer Achse mit Weglängen im Bereich von minus 2 mm bis plus 2 mm messen kann, die Messvorrichtung jedoch Relativbewegungen zwischen die ersten und der dritten Baugruppe mit Weglängen im Bereich von minus 8 mm und plus 8 mm messen soll, so lässt sich dies erreichen, in dem man eine Übersetzungsfedereinrichtung mit einer Federkonstante wählt, für die gilt:

$$K_2 = \frac{1}{3} \cdot K_1$$

15

In einer bevorzugten Ausführung definiert die dritte Baugruppe einen Innenraum, in dem die erste und die zweite Baugruppe angeordnet sind. Die dritte Baugruppe kann zum Beispiel Teil des Gehäuses der Messvorrichtung sein. Der Innenraum muss nicht geschlossen sein. Die dritte Baugruppe ist vorzugsweise fest mit einem Gegenstand verbunden, dessen Position relativ zu einem anderen Gegenstand erfasst werden soll. Besonderes bevorzugt ist die dritte Baugruppe selbst dieser Gegenstand, zum Beispiel das Gehäuse eines Steuerknüppels.

Die Übersetzungsfedereinrichtung, welche die dritte und die zweite Baugruppe miteinander verbindet, umfaßt bevorzugt eine der folgende Komponenten oder Kombinationen daraus: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil. In einer bevorzugten Ausführung ist die zweite Baugruppe durch die Übersetzungsfedereinrichtung in Zentrum des Rings der dritten Baugruppe aufgehängt. Vorzugsweise umfaßt die Übersetzungsfedereinrichtung hierzu drei Komponenten. Die Komponenten sind bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet. Darüber hinaus weisen sie bevorzugt die gleiche Federkonstante auf. Die Komponenten der Übersetzungsfedereinrichtung sind besonderes bevorzugt Schraubenfedern. Außerdem sind die Komponenten der Übersetzungsfedereinrichtung bevorzugt vorgespannt.

zugt Schraubenfedern. Außerdem sind die Komponenten der Übersetzungsfedereinrichtung bevorzugt vorgespannt.

Die Messfedereinrichtung, welche die erste mit der zweiten Baugruppe verbindet, umfaßt bevorzugt eine der folgenden Komponenten oder Kombinationen daraus: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil. Auch die Messfedereinrichtung umfasst bevorzugt drei Komponenten, und die Komponenten der Messfedereinrichtung sind bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet. In einer bevorzugten Ausführung der Messvorrichtung umfassen die erste Baugruppe und die zweite Baugruppe jeweils eine Leiterplatte. Auf diese Weise können die erste und die zweite Baugruppe auf einfache Weise mit den Elementen der Messzellen, also positionsempfindlichen Detektoren, Blenden und Lichtemissionseinrichtungen, sowie ggf. Steuerelektronik und anderen Komponenten versehen werden.

In einer bevorzugten Ausführung umfasst mindestens eine Komponente der ersten Federeinrichtung mindestens eine Schraubenfeder, deren Enden durch Löten fest mit der ersten bzw. der zweiten Baugruppe verbunden sind. Die Schraubenfedern können so in alle Richtungen belastet werden, d.h. es können Schub- und Druckkräfte sowie quer zu Schraubenfeder angreifende Kräfte wirken, ohne dass sich die Schraubenfedern in ihrem Sitz bewegen oder gar heraus springen. In einer anderen bevorzugten Ausführung umfasst eine Komponente der ersten Federeinrichtung mindestens einen Elastomerzylinder, dessen Enden durch Kleben mit der ersten bzw. zweiten Baugruppe verbunden sind.

Ein System, das die erste Baugruppe, die zweite Baugruppe, die Messfedereinrichtung und die optoelektronischen Messzellen umfaßt, läßt sich auf einfache Weise in Serie produzieren. Durch Wahl einer geeigneten Übersetzungsfedereinrichtung wird die Messvorrichtung anschließend an den gewünschten Messbereich angepaßt.

In einer bevorzugten Ausführung umfaßt die Messvorrichtung außerdem mindestens eine Anschlageinrichtung, welche die Bewe-

gung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe begrenzt. Dies ist vorzugsweise durch Anschlagbolzen realisiert, die fest mit der ersten Leiterplatte verbunden sind. Auf diese Weise wird die Messvorrichtung gegen Überlastung geschützt. Die 5 Anschlagbolzen ragen durch Löcher in der zweiten Baugruppe durch diese hindurch.

In einer bevorzugten Ausführung umfaßt die Messvorrichtung sechs optoelektronische Messzellen. Auf diese Weise lassen sich 10 Relativbewegungen und Relativpositionen in sechs Freiheitsgraden messen. Dabei messen bevorzugt drei Messzellen Bewegungen parallel zur Ebene der ersten Leiterplatte, und drei Messzellen Bewegungen senkrecht dazu. Die optoelektronischen Messzellen sind bevorzugt auf dem Umfang eines Kreises, besonderes bevorzugt in Paaren und vorzugsweise rotationssymmetrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreises angeordnet. Dabei wechseln sich 15 bevorzugt Messzellen, die Bewegungen in der Ebene messen, mit solchen, die Bewegungen senkrecht dazu messen, ab.

20 Jede optoelektronische Messzelle umfaßt einen im Strahlengang einer Lichtemissionseinrichtung angeordneten positionsempfindlichen Detektor sowie eine im Strahlengang der Lichtemissionseinrichtung zwischen der Lichtemissionseinrichtung und dem positionsempfindlichen Detektor angeordnete Schlitzblende. Die 25 Detektorachse des positionsempfindlichen Detektors ist senkrecht zu einer Schlitzrichtung der Schlitzblende ausgerichtet. So fällt nur ein schmaler Lichtbalken auf den hinter der Blende liegenden positionsempfindlichen Detektor. Die Schlitzblenden der Messzellen, die Bewegungen in der Ebenen messen, verlaufen senkrecht zur Ebene, während die Schlitzblenden der Messzellen, die Bewegungen senkrecht zur Ebene messen parallel zur Ebene 30 verlaufen. Besonderes bevorzugt handelt es sich bei den Lichtemissionseinrichtungen um Infrarotleuchtdioden und bei den positionsempfindlichen Detektoren und positionsempfindliche 35 Infrarotdetektoren.

Ein Element eines Systems bestehend aus Lichtemissionseinrichtung, Schlitzblende und Detektor ist relativ zu den anderen

beiden Elementen bewegbar. Folglich ist die Lage des schmalen Lichtbalkens auf dem positionsempfindlichen Detektor von der Position des bewegbaren Elements relativ zu den anderen beiden Elementen abhängig, und so ist es möglich Relativpositionen oder Relativbewegungen zu detektieren.

Bevorzugt ist jeder Messzelle eine eigene Lichtemissionseinrichtung zugeordnet, die radial zu einem Kreisumfang hin leuchtet. Dort stehen den Infrarotleuchtdioden die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren gegenüber. Der Strahlengang verläuft also jeweils in einer vom Zentrum ausgehenden Richtung. Dadurch, dass jeder Messzelle eine eigene Lichtemissionseinrichtung zugeordnet ist, kann das Ausgangssignal der positionsempfindlichen Detektoren verwendet werden, um die Ströme der ihnen jeweils zugeordneten Lichtemissionseinrichtungen so zu regeln, dass auf jeden positionsempfindlichen Detektor die gleiche konstante Lichtmenge trifft. Das hat den Vorteil, dass alle sechs Messsysteme in weiten Bereichen unbeeinflusst von Temperatur und Alterungseinflüssen sowie Verschmutzung und Bauteiltoleranz sind.

Um Relativbewegungen zu messen zu können muß jeweils eine Komponente des Systems Lichtemissionseinrichtung, Schlitzblende, Detektor relativ zu den beiden Elementen bewegbar sein. In einer bevorzugten Ausführung ist bei jeder Messzelle die Schlitzblende entweder auf der ersten oder auf der zweiten Baugruppe angeordnet, und die positionsempfindlichen Detektoren und die Lichtemissionseinrichtungen sind gemeinsam auf der jeweils anderen der beiden Baugruppen angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass alle elektronischen Komponenten auf eine einzigen Leiterplatte untergebracht werden können.

Der erfindungsgemäße Kraft- und/oder Momentensensor macht von der Messvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung Gebrauch. Hierbei wird ausgenutzt, dass sich durch die Wahl der Federkonstante der Übersetzungsfedereinrichtung die Kraft-Weg-Kennlinie des Kraft- und/oder Momentensensors in weiten Bereichen einstellen lässt. Die Weglänge der Relativbewegung s<sub>2</sub> zwischen der

ersten und der dritten Baugruppe hängt von der dazu aufgebrachten inkrementellen Kraft wie folgt ab:

$$s_2 = F \cdot (1/K_1 + 1/K_2)$$

5

s<sub>2</sub> ist dabei die Weglänge der Relativbewegung zwischen der ersten und der dritten Baugruppe, F ist die dazu aufgebrachte inkrementelle Kraft.

10 Die erfindungsgemäße Messvorrichtung bzw. der erfindungsgemäße Kraft- und/oder Momentensensor lässt sich besonderes vorteilhaft in Steuerknüppeln einsetzen, wie sie z.B. bei Computerspielen an PCs oder an Spielkonsolen, aber auch z.B. zur Steuerung von Maschinen und Transportmitteln zum Einsatz kommen. Hier ist es 15 notwendig, den Messbereich den jeweiligen Umgebungsbedingungen der Anwendung anzupassen. Entsprechend umfaßt die vorliegende Erfindung auch einen Steuerknüppel, der sich der Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander oder eines Kraft- und/oder 20 Momentensensors nach einem der vorgehenden Ansprüche bedient.

Weitere Merkmale, Eigenarten, Vorteile und mögliche Abwandlungen werden für den Fachmann an Hand der nachstehenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführung deutlich, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

30 Fig. 1 erläutert schematisch die Funktionsweise der Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander und des Kraft- und/oder Momen- tensensors.

35 Fig. 2 zeigt eine Ausführung der Messvorrichtung und des Kraft- und/oder Momentensensors in perspektivischer Ansicht von oben.

Fig. 3 zeigt eine Teilansicht der Messvorrichtung und des Kraft- und/oder Momentensors in perspektivischer Ansicht von oben.

## 5 Ausführliche Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Im folgenden wird die Funktionsweise der Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände zueinander an Hand der Fig. 1 beschrieben. Die Vorrichtung besteht 10 aus einer ersten 12, einer zweiten 14 und einer dritten Baugruppe 16, die durch eine Mess- 18 und eine Übersetzungsfedereinrichtung 20 miteinander verbunden sind. Die Messfedereinrichtung 18 weist Federeigenschaften mit einer Federkonstanten K1 in die durch die Gerade 22 dargestellte Richtung auf, die Übersetzungsfedereinrichtung 20 weist Federeigenschaften mit der Federkonstanten K2 in die gleiche Richtung auf. Soll die Messvorrichtung auch zum Erfassen von Weglängen von Relativbewegungen oder Relativpositionen in andere Raumrichtungen und/oder 15 zum Erfassen von Drehbewegungen eingesetzt werden, so sollten die Federeinrichtungen in analoger Weise auch in diese Raumrichtungen Federeigenschaften aufweisen, und zwar im wesentlichen lineare Federeigenschaften zur Messung von Translationen und Torsionsfedereigenschaften zum Messen von Drehbewegungen. 20 In Fig. 1 wird aber der Einfachheit halber davon ausgegangen, dass nur Translationsbewegungen entlang der durch die Gerade 22 angegebenen Richtung gemessen werden sollen. Es ist auch möglich, nicht lineare Federkennlinien zu berücksichtigen. Dies kann jedoch bei der Auswertung einen höheren Rechenaufwand erfordern.

30 Die zweite 14 und die dritte Baugruppe 16 sind relativ zur ersten Baugruppe 12 frei beweglich. Wie im unteren Teil der Fig. 1 dargestellt, führt eine Verschiebung der dritten Baugruppe 16 relativ zur ersten Baugruppe 12 auch zu einer Verschiebung der zweiten Baugruppe 14 relativ zur ersten Baugruppe 12. Das Ausmaß der Verschiebung s1 hängt, wie weiter oben dargestellt, von s2 und den Federkonstanten K1 und K2 ab. Die Verschiebung s1 wird von einer optoelektronischen Messvorrich-

tung gemessen. Bei bekanntem K<sub>1</sub> und K<sub>2</sub> kann daraus s<sub>2</sub> ermittelt werden.

Um die Verschiebung zu bewirken, muß eine inkrementelle Kraft F aufgewandt werden. Auf diese Weise kann die erfindungsgemäße Messvorrichtung 10 auch als Kraft- und/oder Momentensor eingesetzt werden. Das Verhältnis zwischen inkrementeller Kraft F und der Weglänge der Relativbewegung s<sub>2</sub> kann, wie weiter oben dargestellt, durch die Federkonstanten K<sub>2</sub> und K<sub>1</sub> eingestellt werden.

Eine perspektivische Ansicht der erfindungsgemäßen Messvorrichtung 10 ist in Fig. 2 dargestellt. Mit dieser Vorrichtung 10 können Relativpositionen und Relativbewegungen in allen sechs Freiheitsgraden gemessen werden, also Translationen in drei Raumrichtungen und Rotationen um diese Raumrichtungen. Dazu bildet die dritte Baugruppe 16 einen Ring, in dessen Inneren die erste 12 und die zweite Baugruppe 14 angeordnet sind. Die zweite Baugruppe 14 ist durch die Federeinrichtung 20 in der Mitte des Rings 16 aufgehängt und frei beweglich. Die Übersetzungsfedereinrichtung 20 besteht aus drei vorgespannten Schraubenfedern. Die Schraubenfedern sind kreisförmig um das Zentrum des Rings herum angeordnet und weisen einen Winkelabstand von je 120° zueinander auf.

Die Übersetzungsfedereinrichtung 20 hat somit Federeigenschaften in alle drei Raumrichtungen und wirkt außerdem als Torsionsfeder bei Drehungen um dieser Raumrichtungen.

Die dritte Baugruppe 16 ist Teil des Gehäuses eines Steuerknüppels für einen Personalcomputer oder eine Spielkonsole. Die zweite 14 und die erste Baugruppe 12 sind Leiterplatten. Die erste Baugruppe 12 ist mit der zweiten Baugruppe 14 durch eine Messfedereinrichtung 18 verbunden, die aus drei Spiralfedern besteht, deren eines Ende jeweils mit der zweiten Baugruppe 14 und deren anderes Ende jeweils mit der ersten Baugruppe 12 fest verlötet ist.

So wirkt auch die Messfedereinrichtung 18 sowohl als lineare Federeinrichtung in alle drei Raumrichtungen, als auch als Torsionsfeder bei Drehungen um diese Raumrichtungen. Die Messfedereinrichtung 18 umfasst drei Schraubenfedern, die rotati-  
5 onssymmetrisch mit einem Winkel von je  $120^\circ$  zueinander angeordnet sind.

Um die Relativbewegungen oder Relativpositionen der ersten 12 und zweiten Baugruppe 14 zu begrenzen, so dass durch Überlast-  
10 tung keine Beschädigung der Messvorrichtung 10 bzw. das Kraft- und/oder Momentensors auftreten kann, sind drei Anschlagein-richtungen 24 in Form von Anschlagbolzen vorgesehen. Die An-  
schlagbolzen sind fest mit der ersten Baugruppe 12 verbunden und ragen durch Löcher in der zweiten Baugruppe 14. Die hori-  
15 zontal Bewegung der zweiten Baugruppe 14 relativ zur ersten Baugruppe 12 ist durch den Durchmesser der Anschlagvorrichtung 24 bestimmt. Die Bewegung der beiden Baugruppen 12 und 14 zueinander ist durch Verdickungen 26 und 28 an den bolzenförmigen Anschlagvorrichtungen 24 begrenzt. Der Abstände der Verdi-  
20 ckungen 26 und 28 von der zweiten Baugruppe 14 in Richtung der Symmetriearchse des Anschlagbolzens bestimmen den Bereich, in dem die erste Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe 14 in diese Richtung bewegt werden kann.

Die Messvorrichtung 10 kann in sechs Freiheitsgraden Relativbewegungen oder Relativpositionen der ersten 12 und der zweiten Baugruppe 14 messen, nämlich Verschiebungen in drei linear unabhängigen Raumrichtungen und Drehungen um ebenfalls drei linear unabhängiger Raumrichtungen. Zu diesem Zweck sind, wie in Fig. 3 dargestellt, sechs positionsempfindliche Infrarotdetektoren 30 vorgesehen, die zusammen mit sechs Infrarotleuchtdioden (ILEDs) 32 und sechs Schlitzblenden sechs Messzellen bilden. Die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren 30 sind jeweils um  $120^\circ$  zueinander um die Symmetriearchse eine Zylinder-  
35 fläche gedreht, die von einer Leiterplatte 34 definiert wird. Auf gleiche Weise sind die ILEDs 32 jeweils um  $120^\circ$  zueinander um dieselbe Symmetriearchse versetzt angeordnet. Die Symmetrie-

achse steht senkrecht auf der Leiterplatte 38 der ersten Bau-  
gruppe 12.

Die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren 30 sind in Paaren  
5 von übereinander liegenden Detektoren 30 angeordnet. Auf glei-  
che Weise sind auch die ILEDs 32 in Paaren übereinander liegen-  
der ILEDs 32 angeordnet. Dabei liegen die ILED-Paare 32 jeweils  
zwischen Paaren positionsempfindliche Infrarotdetektoren 30.

Die Paare positionsempfindliche Infrarotdetektoren 30 bestehen  
10 aus jeweils einem positionsempfindlichen Infrarotdetektor 30  
zum Erfassen einer Bewegung senkrecht zu der Ebene, die durch  
die Leiterplatte 38 der ersten Baugruppe definiert wird, und  
einem positionsempfindlichen Infrarotdetektor 30 zum Erfassen  
einer Bewegung in dieser Ebene.

15

Bei jeder Messzelle ist eine Schlitzblende 40 im Strahlengang  
der ILED vor dem positionsempfindlichen Infrarotdetektor ange-  
ordnet. Die Schlitzblende 40 weist einen schmaleren Schlitz auf,  
so dass nur ein schmaler Lichtstreifen auf dem positionsemp-  
20 findlichen Detektor 30 fällt. Die Schlitzrichtung der Schlitz-  
blende 40 verläuft dabei senkrecht zu Detektorachse, also  
senkrecht zur Messrichtung des Detektors 30. Dadurch, dass ein  
Element des Systems ILED 32, Schlitzblende 40 und positionsemp-  
findlicher Infrarotdetektor 30 relativ zu den anderen beiden  
25 Elementen bewegbar angeordnet ist, kann die Messzelle Relativ-  
bewegungen und Relativpositionen erfassen.

Die ILEDs 32 und die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren  
30 sind durch die senkrechte Leiterplatte 34 fest mit der  
30 Leiterplatte 38 der ersten Baugruppe verbunden. Die Leiterplat-  
te 38 trägt außerdem noch weitere elektronische Komponenten zum  
Ansteuern der ILEDs 32 und zum Auswerten der Positionsinforma-  
tion der positionsempfindlichen Detektoren 30. Die Blenden 40  
sind beweglich hierzu mit der zweiten Baugruppe 14 fest verbun-  
35 den. Die Schlitzblenden 40 die einem Paar übereinander liegen-  
der Detektoren 30 zugeordnet sind, sind zu einer einzigen  
Schlitzblende mit zwei zueinander senkrechten Schlitzen zusam-  
mengefasst.

Bei dem erfindungsgemäßen Steuerknüppel dienen die oberen Verdickungen 28 der Anschlageinrichtungen 24 gleichzeitig zu Befestigung des Steuergriffs des Steuerknüppels. Auf diese 5 Weise ist der Steuerknüppel mit der ersten Baugruppe 12 der Messvorrichtung 10 zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander verbunden. Die ringförmige dritte Baugruppe 16 bildet einen Teil des Gehäuses des Steuerknüppels. Auf diese Weise können Bewegungen des Griffes 10 relativ zum Gehäuse in Relativbewegungen der ersten Baugruppe 12 zur dritten Baugruppe 16 und damit in Relativbewegungen der ersten Baugruppe 12 zur zweiten Baugruppe 14 umgesetzt und in der oben beschriebenen Weise gemessen werden.

## Patentansprüche

1. Messvorrichtung (10) zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Kraft- und/oder Momentenfühler und eine Übersetzungsfedereinrichtung (20) umfasst, wobei der Kraft- und/oder Momentensor mit einem der Gegenstände mindestens über die Übersetzungsfedereinrichtung (20) elastisch verbunden ist.
2. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie umfasst
  - einen Kraft- und/oder Momentenfühler mit mindestens
  - einer ersten Baugruppe (12), die mit einem der zwei Gegenstände verbunden ist,
  - einer zweiten Baugruppe (14), die durch mindestens eine Messfedereinrichtung (18) elastisch mit der ersten Baugruppe (12) verbunden ist, und
  - mindestens einer optoelektronischen Messzelle zum Messen der Position oder Bewegung der ersten (12) relativ zur zweiten Baugruppe (14), und
  - eine dritte Baugruppe (16), die mit dem anderen der zwei Gegenstände verbunden ist, und die durch die Übersetzungsfedereinrichtung (20) mit der zweiten Baugruppe (14) elastisch verbunden ist, wobei die Position der ersten Baugruppe (12) relativ zur dritten Baugruppe (16) von außen veränderbar ist, und die zweite Baugruppe (14) eine Position relativ zur ersten Baugruppe (12) einnimmt, die von der Position der dritten (16) relativ zur ersten Baugruppe (12) abhängt.
3. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass

die dritte Baugruppe (16) einen Innenraum definiert, in dem die erste (12) und die zweite Baugruppe (14) angeordnet sind.

4. Messvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Übersetzungsfedereinrichtung (20) eine der nachfolgenden Komponenten oder Kombinationen daraus umfasst: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil.

5. Messvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Übersetzungsfedereinrichtung (20) drei Komponenten umfasst, die bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind.

6. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 4 oder 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Komponenten der Übersetzungsfedereinrichtung (20) Schraubenfedern sind, die vorzugsweise vorgespannt sind.

7. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Messfedereinrichtung (18) eine der nachfolgenden Komponenten oder Kombinationen daraus umfasst: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil.

8. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Messfedereinrichtung (18) drei Komponenten umfasst und die Komponenten der Messfedereinrichtung (18) bevorzugt rotations-symmetrisch angeordnet sind.

9. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, dass die erste (12) und zweite Baugruppe (14) jeweils eine Leiterplatte umfassen.

10. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Komponente der Messfedereinrichtung (18) mindestens eine Schraubenfeder umfasst, die durch Löten fest mit der ersten (12) und zweiten Baugruppe (14) verbunden ist.

11. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, gekennzeichnet durch mindestens eine Anschlageinrichtung (24), welche die Bewegung der ersten Baugruppe (12) relativ zur zweiten Baugruppe (14) begrenzt.

12. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens sechs optoelektronische Messzellen umfasst um Bewegungen oder Positionen in sechs Freiheitsgraden zu erfassen.

13. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die optoelektronischen Messzellen auf dem Umfang eines Kreises liegen und bevorzugt in Paaren von übereinanderliegenden Messzellen angeordnet sind, und die Paare bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind.

14. Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass jede optoelektronische Messzelle einen im Strahlengang einer Lichtemissionseinrichtung (32) angeordneten positionsempfindlichen Detektor (30) sowie eine im Strahlengang der Lichtemis-

sionseinrichtung (32) zwischen der Lichtemissionseinrichtung (32) und dem positionsempfindlichen Detektor (30) angeordnete Schlitzblende (40) umfassen, wobei eine Detektorachse des positionsempfindlichen Detektors senkrecht zu einer Schlitzrichtung der Schlitzblende (40) ausgerichtet ist und ein Element eines Systems bestehend aus Lichtemissionseinrichtung (32), einer Schlitzblende (40) und Detektor (30) relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar ist.

15. Messvorrichtung (10) nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet, dass

bei jeder Messzelle die Schlitzblende (40) entweder auf der ersten (12) oder der zweiten Baugruppe (14) angeordnet ist und der positionsempfindliche Detektor (30) und die Lichtemissionseinrichtung (32) gemeinsam auf der jeweils anderen der beiden vorgenannten Baugruppen (12, 14) angeordnet sind.

16. Kraft- und/oder Momentensensor

gekennzeichnet durch

die Messvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

17. Steuernüppel,

gekennzeichnet durch

- eine Messvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 15

oder

- einen Kraft- und/oder Momentensensor nach Anspruch 16.

## Zusammenfassung

Eine Messvorrichtung zum Messen von Positionen oder Bewegungen zweier Gegenstände relativ zueinander mit einem Kraft- und/oder 5 Momentensensor und einer Übersetzungsfedereinrichtung, wobei der Kraft- und/oder Momentensensor mit einem der Gegenstände mindestens über die Übersetzungsfedereinrichtung elastisch verbunden ist. Ein Kraft- und/oder Momentensensor mit der Messvorrichtung. Ein Steuerknüppel, mit der Messvorrichtung 10 oder dem Kraft- und/oder Momentensensor.

6576

15

DA-27926



10

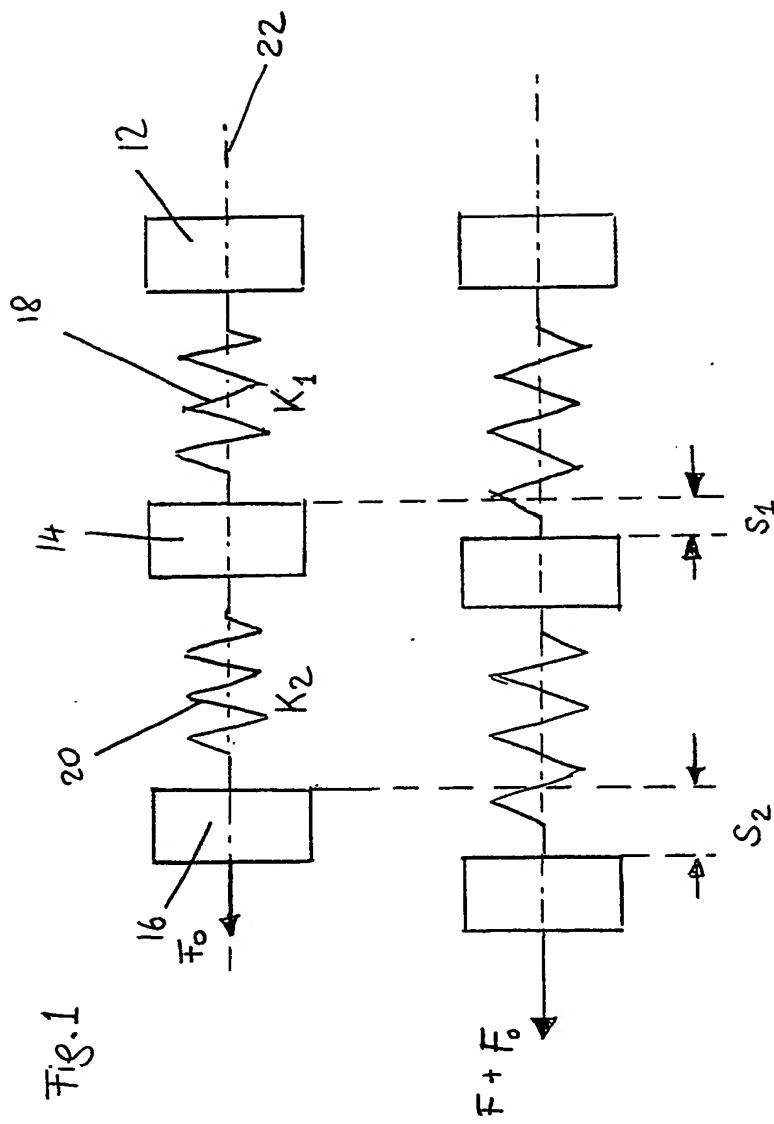


Fig. 1

1A-87926



Fig. 2

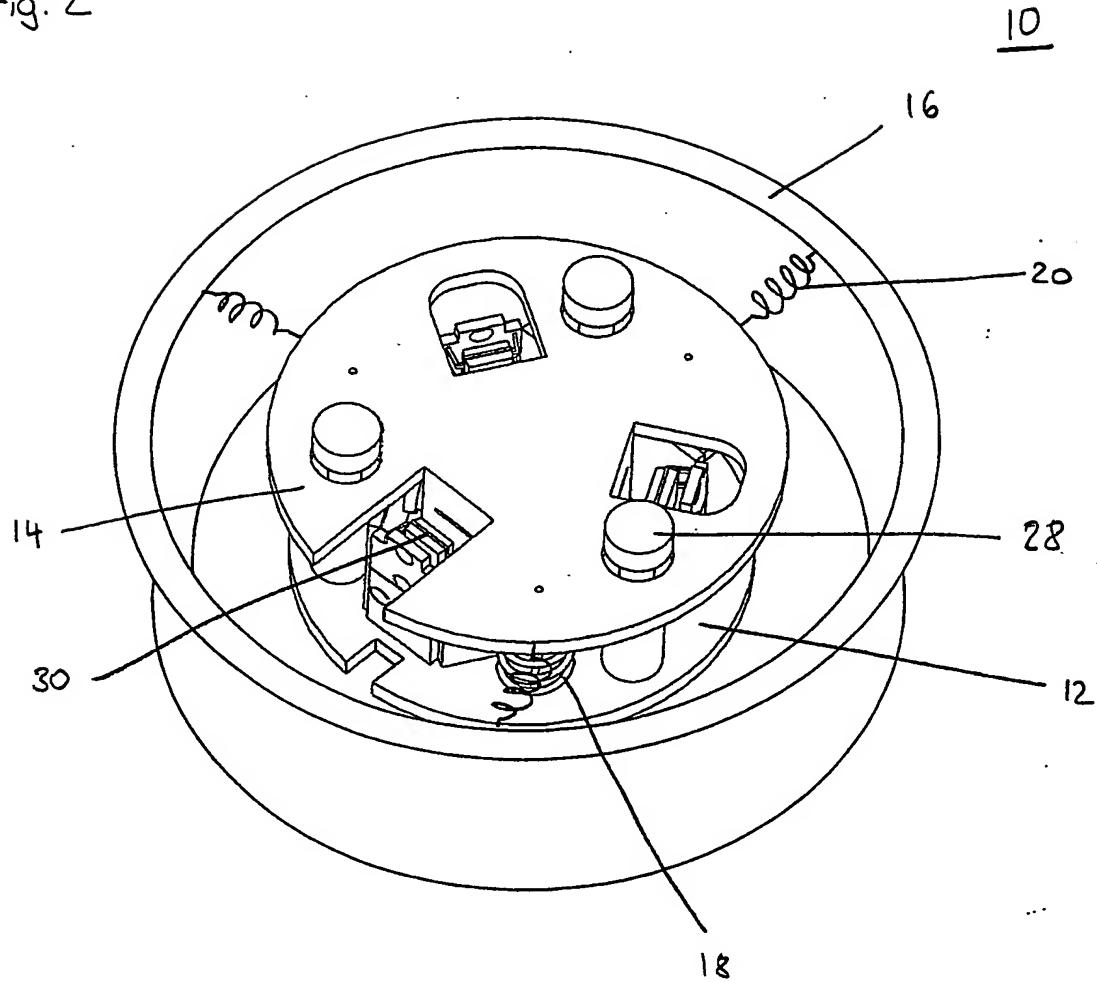




Fig. 3

12